スイッチング電源採用超3結アンプ

丹野市郎

はじめに

真空管アンプの製作はこれまで多くの方々が多種多様に発表されていますが，電源部にスイッチング電源（以下SWPと呼称）を使った製作記事はこれまであまり見かけませんでした．その理由は，トランスによるドロッパー型が確固たる往年の定番となっているのに対し，SWPは馴染みが浅く，効率など優れた面はあるものの，ノイズの問題を抱えています．さらに真空管用は低電圧用と比較し需要が格段に少ない上に別途開発が必要で，コスト高になる問題もあり，それらが相俟って積極的に開発するメーカーがなかったからではないでしょうか．

私は過去に中出力の真空管アンプを自作し，音楽ジャンルやそのときの雰囲気などにより，メーカー製半導体ハイパワーアンプと使い分けてきました．最近衛星放送のBGMを楽しむ時間が長く，音質や省エネなどの点で専用のミニ真空管パワーアンプが欲しくなりました．

しかし何台か自作したものや各種発表されているものは，電源トランス，チョークトランス，アウトプットトランス，平滑用大容量高圧コンデンサーなどが重量やシャシー面積の大部分を占め，工作や金銭面でなかなか大変ですし，住んでいる地域にもよりますが，入手するのが年々厄介になりつつあります．

そこで何とかそれらを減らすことができないかと模索していたところ，真空管用のSWPが販売されているのを見つけ，さらに超3極管回路と組み合わせることにより，これらの課題をかなりクリアする方法を思いつきました．さっそく「善？は急げ」と挑戦してみたところ，「案ずるより産むが易し」で，幸いノイズの問題もありませんでした．また片隅に眠っていた「手持ち部品に合わせた設計」とすることにより，安価なミニ真空管パワーアンプが完成したので，ここに発表させていただきます．

設計のコンセプト

掲げた設計のコンセプトは次のとおりです．

(1) 電源部の小型・軽量・省スペース化を図るため，電源トランス，チョークコイル，高圧コンデンサーなどの代わりにSWPを採用する．

(2) BGM専用とするため，1W程度のミニパワーで長時間の使用に耐える仕様とし，省電力化を目指す．

(3) 増幅素子は半導体を使用せずすべて真空管にこだわり，回路は超3極管回路とする．

(4) なるべく安価に製作するため，手持ち部品に合わせた設計とし，不足分は汎用品を使用する．

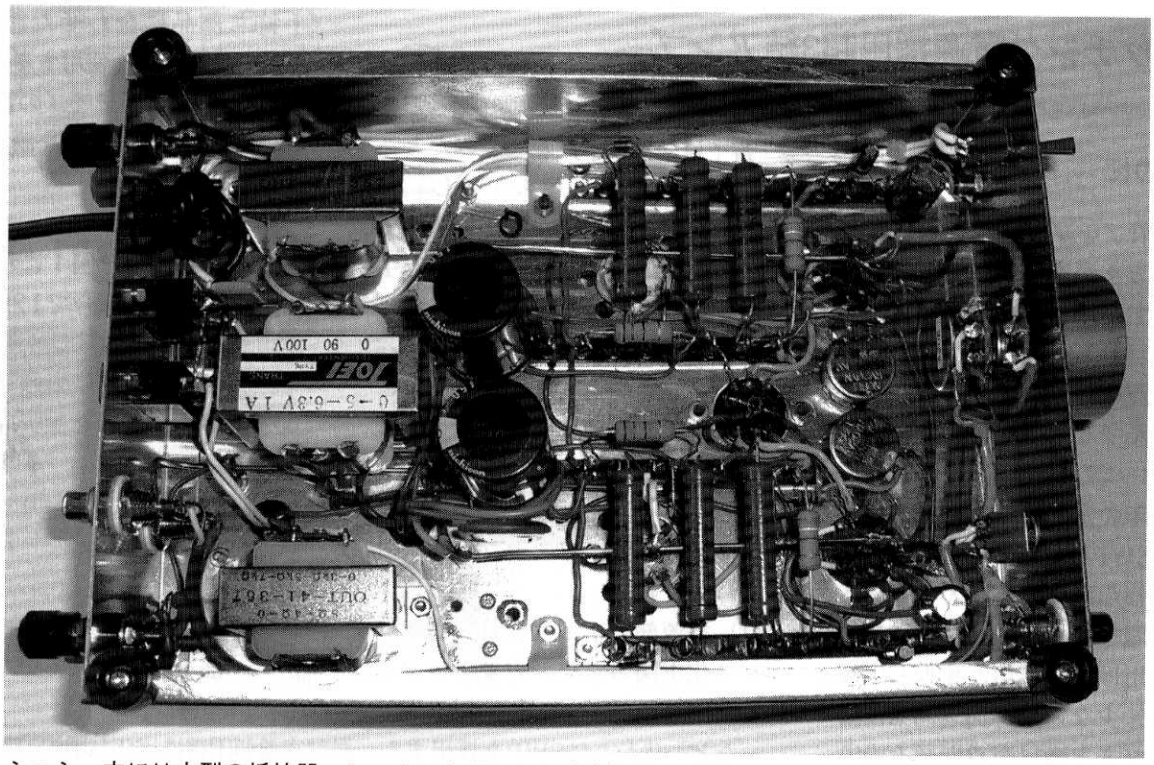
(5) SWPからのノイズの影響や自己発振を防止する対策を講じる．

回路の構成

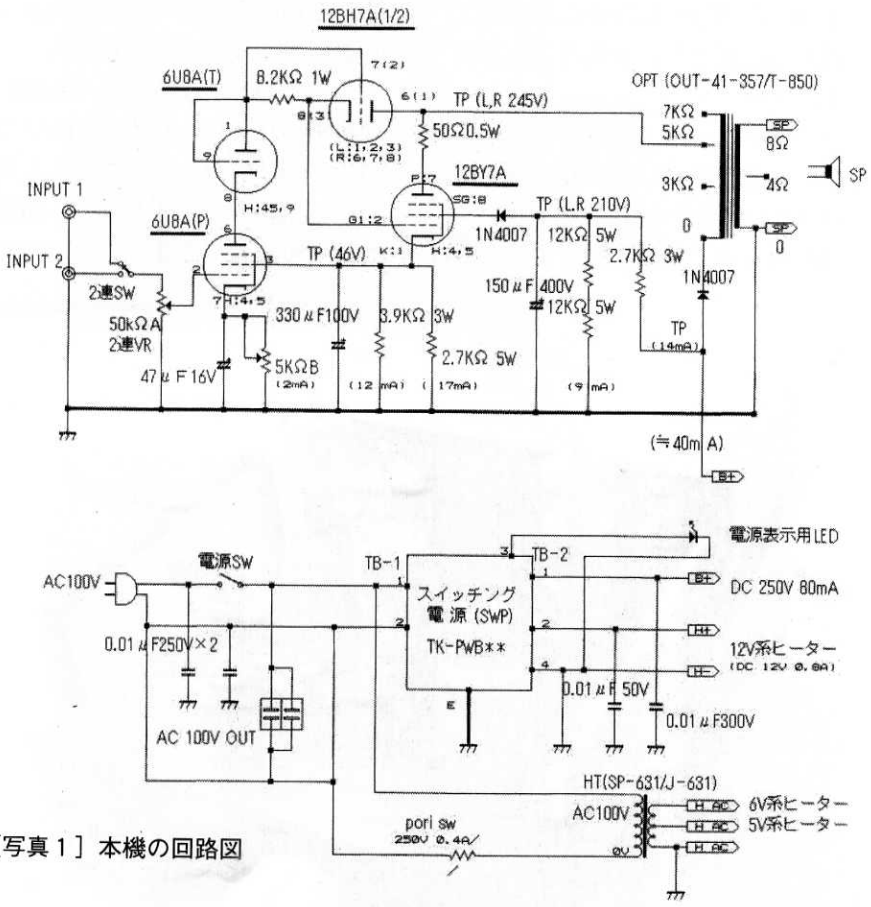
本機の回路図を**図1**に示します．回路は手持ちの都合で12BY7Aを使用した，カップリングコンデンサーのない全段直結の超3極管回路です．なお，超3極管回路については，インターネット上にかなり詳しく解説されておりますので，原理またはその応用などは上條信一氏あるいは宇多弘氏のホームページをご覧ください．私はその中から一部を参照させていただきました．

今回使用したSWPの高圧電流は80mA以下となっておりますので，それを超えないような回路設計が必要です．使用する管種によって，電流がオーバーする場合や電源に余裕を持たせたい方は，SWP2個（L，R独立）にすることにより，高圧電流のみならずヒーター電流も併せて確保できます．今回は高

スイッチング電源の採用で，小型・軽量，安価な真空管アンプが完成した



シャシー内には大型の抵抗器，ヒータートランス，出力トランスが組み込まれている



［写真１］本機の回路図

圧電流を節約し何とか定格内に収めましたが，ヒーター電流不足のため，あえてSWPを増やさずヒータートランスを追加しました．これはどれだけ安価に作れるか挑戦する意味もありました．

使用した12BY7Aは元来テレビの映像増幅用5極管です．手持ちの関係で偶然にも6U8A，12BH7Aとテレビ管一色になってしまいました．

以下で超３極管回路の主な特徴について，ネット上に掲載されている内容を簡潔にまとめてますが，私は完全には理解できていません（主なもののみ抜粋）．

(1) 全段直結可能

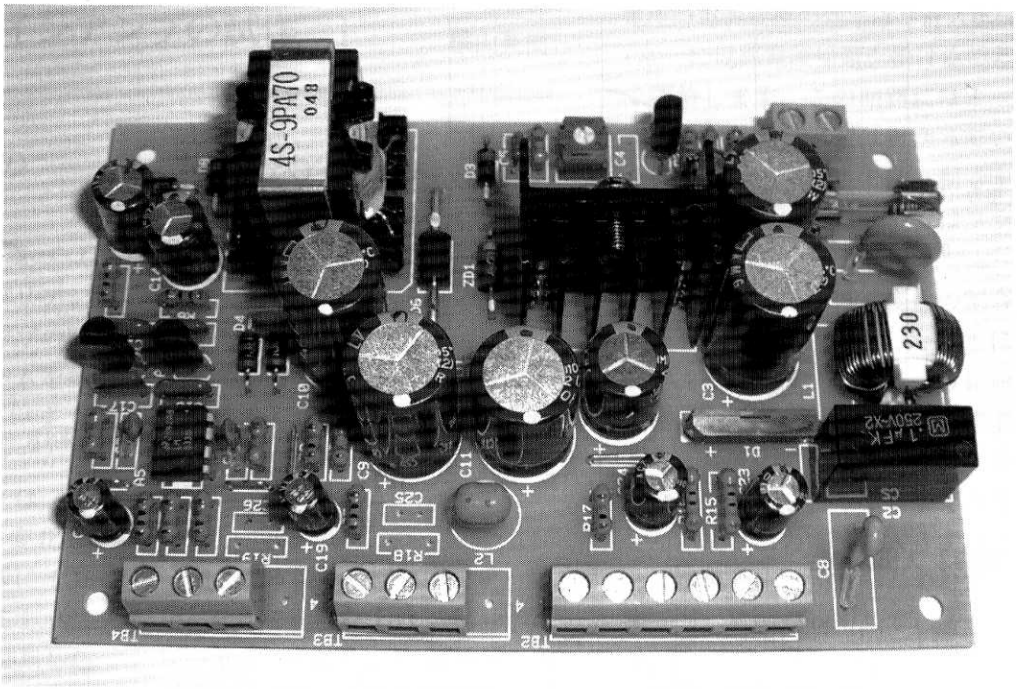
初段から出力段までの信号経路は直結で構成でき，コンデンサーによる影響が排除されるため，立ち上がりの速い音を実現できる．

(2) 音圧低下が少ない

出力段の増幅率は約1に抑えられるため，出力中の電圧振幅が抑制される．一方，相互コンダクタンス（G_m）はそのまま活かされて電流成分となり，従来のアンプに比較して出力電流振幅が強調されているため，スピーカーのインピーダンスが高くなった周波数でも強力にドライブでき，音圧低下が少ない．

(3) NFBが不要

出力段の見掛け上の内部インピーダンスは$1/G_m$と低く，ダンピングファクターは５程度以上を確保できるため，出力トランスは単な



250V/80mVの直流が取り出せるスイッチング電源を使用

真のようにコンパクトに仕上がり，重量は約1.6kgと期待どおりの軽量化が達成できました．そのため安価な薄地のアルミ製小型規格シャシーでも強度的に問題はありません．また長年眠っていた手持ち部品を活用することにより，心理的にすっきりし経済的にも喜ばしい限りです．購入分の総額は1万3千円ほどでしたが，すべて新規購入しても2万円程度で揃うものと思われます．

気にしていたノイズなどについては，スイッチング周波数（35kHz）付近やその高調波を調査したが，本機は元より周囲に対する機器への影響は皆無で，また自己発振もありませんでした．AC入力電流を測定したところ445mA（無信号時）と比較的省エネで，SWPの高い効率性が裏付けられ，一日中使用しても電気代をあまり気にしなくて済みそうです．

音質は低域が引き締まり，ボーカルなどは前に出て高域は繊細な感じです．また，ひいき目に見たせいか，ピアノ音などは立ち上がりが速く感じます．パワー的にはあまり能率のよくないスピーカー（88dB/W）を接続し，約10畳間程度の部屋で使用しても，目的とするBGMでは音量不足はなく，ボリュームに十分余裕があるため他の用途にも使用しています．そのためか最近は半導体ハイパワーアンプの出番がめっきり少なくなりました．

ヒータートランスの保護用に，ヒューズ代わりのポリスイッチを使用した

以上により当初掲げた目標を超える結果となり大いに満足し，今後は代表的な真空管を使った一般的な回路にも挑戦してみたいと思いを巡らせていますが，結局SWPが鍵となります．今後SWPメーカーには，代表的な真空管に合わせた各種電圧の品揃えを希望します．

最後に想定外のことでしたが，音楽など入力が入っている状態で電源スイッチを投入すると，十数秒後に歪んだやや大きな音が1秒ほど出ます．これはヒーターが暖